

AKTIVASI *GREEN COKE* MENJADI KARBON AKTIF MENGGUNAKAN KOH SEBAGAI *ACTIVATING REAGENT*

Rahmawati¹, Irdoni HS², Bahrudin²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹E-mail: rahmawati92850@gmail.com

ABSTRACT

The activated carbon is one of adsorbent which often used in absorption process. This is because the activated carbon has better absorptive capacity of adsorption and surface area than other adsorbent. One of the potentially material that can be used as a raw material to be activated carbon is green coke because it has 87- 97% carbon content and 250-3000 m²/gr surface area. This research aims to determine the effect of mass comparison of KOH to green coke, and activation time to the characterization of activated carbon. The manufacture of activated carbon was carried out with chemical activation method which used KOH as activating reagents. The process was done by mixing the green coke and KOH with a mass ratio variation (1/1; 2/1; 3/1 b/b) and activation time (18, 20, 22 hours). The activated carbon was analyzed with proximate analysis (moisture, ash, volatile), activated carbon absorption of the methylene blue, the surface area of BET (Brunauer Emmett Teller) and analysis by using Design Expert v10.0.1. The mass comparison of KOH to green coke and activation time indicated a significant effect to all of responses. On the best condition process (KOH mass comparison to green coke is 3.414:1 and activation time 20 hours) was obtained the best response value for mass yield 85.9%,; water content 7.37%; ash content 3.22%; volatile substance content 6.8%; the absorption of activated carbon to the methylene blue is 137.15 mg/g and surface area is 25,33 m²/gr. The analysis result of surface area determine that KOH mass comparison to green coke and activation time has significant effect to the surface area, it is indicated by the pores which increasingly open and the enhancement of surface area before activation

Keyword : *activated carbon, chemical treatment, green coke*

1. Pendahuluan

Sistem penyerapan atau adsorpsi digunakan dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam industri. Pada industri, sistem adsorpsi digunakan untuk proses penyerapan limbah, pemurnian gas alam, industri obat dan makanan, sebagai katalis reaksi, dan sebagai media penyimpanan gas. Adsorben paling potensial adalah karbon aktif karena memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga kemampuan adsorpsinya besar. Karbon aktif memiliki struktur pori internal sehingga penyerapan adsorbat terjadi dalam jumlah yang banyak [Fikri, 1995; Ramdja *et al.*, 2008; Jamilatun dan Setyawan, 2014]

Syarat pemilihan bahan baku sebagai karbon aktif adalah memiliki kadar karbon dan luas permukaan yang tinggi, serta zat

anorganik yang rendah. Salah satu bahan baku dengan kadar karbon yang tinggi adalah *green coke*. *Green coke* merupakan residu padatan dari proses dekomposisi termal dan polimerisasi *heavy liquid hydrocarbon*. Ketersediaan *green coke* sangat melimpah di Indonesia karena keberadaan industri migas dan petrokimia yang menghasilkan *green coke* sebagai produk samping.

Daya adsorpsi *green coke* masih rendah karena pembentukan pori belum sempurna dan terdapat residu yang menutupi permukaan pori [Maulana, 2011]. Oleh sebab itu diperlukan tahapan aktivasi untuk meningkatkan kinerja karbon aktif dari bahan baku *green coke*.

Penelitian mengenai karbon aktif telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya

yaitu Ramdja *et al.*, [2008], Kurniati [2008]. Ramdja *et al.*, [2008] melakukan penelitian pembuatan karbon aktif menggunakan pelepah kelapa sebagai bahan baku dengan *activating reagent* berupa HCl 0,3 M. Kondisi operasi yang divariasikan adalah waktu aktivasi 12, 15, 18, 21, dan 24 jam. Karakteristik karbon aktif terbaik yang dihasilkan memiliki luas permukaan sebesar 629 m²/gr, kadar air 5,31%, kadar zat *volatile* 18,895%, kadar abu 7,78%, daya serap terhadap *methylene blue* 210 mg/L, dan *mass yield* karbon aktif sebesar 15,9% pada waktu aktivasi 18 jam.

Kurniati [2008] melakukan penelitian pembuatan karbon aktif menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku dengan *activating reagent* berupa H₃PO₄. Kondisi operasi yang divariasikan adalah konsentrasi H₃PO₄ 1, 3, 5, 7, dan 9% dan waktu aktivasi 16, 18, 20, 22, dan 24 jam. Karakteristik karbon aktif terbaik yang dihasilkan memiliki kadar air 7,36%, kadar zat *volatile* 7,82%, kadar abu 2,77% pada waktu aktivasi 22 jam dan konsentrasi *activating reagent* 9%.

Green coke memenuhi syarat sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena 87-97% adalah karbon. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan menggunakan bahan baku *green coke* sebagai bahan baku pembuatan karbon dan KOH sebagai *activating reagent*. KOH dipilih karena mampu bereaksi dengan bahan baku yang memiliki kadar karbon tinggi [Turmuzi *et al.*, 2015]. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh perbandingan massa KOH dan *green coke* dan waktu aktivasi terhadap karakterisasi karbon aktif berbahan baku *green coke* yang dihasilkan dan menentukan kondisi terbaik dari karbon aktif berbahan baku *green coke* yang dihasilkan. Proses pengolahan data dilakukan menggunakan *Response Surface Methode* (RSM).

2. Metodologi Penelitian

Bahan

Pembuatan karbon aktif dalam penelitian ini menggunakan bahan baku

green coke yang diperoleh dari PT. Pertamina RU II Dumai dengan karakteristik seperti Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik *Green Coke*

| Karakteristik | Persentase (%) |
|---------------------------|----------------|
| Kadar air | 10,17 |
| Kadar zat <i>volatile</i> | 11,88 |
| Kadar abu | 0,09 |
| Kadar karbon | 88,03 |

Penelitian ini menggunakan KOH sebagai *activating reagent*, HCl dan *aquadest* sebagai bahan pencuci serta *methylene blue* sebagai bahan analisa daya serap karbon aktif.

Prosedur Aktivasi, Pencucian dan Pengeringan Karbon Aktif

Aktivasi dilakukan dengan menimbang *green coke* dan *activating reagent* berupa padatan KOH. Bahan baku *green coke* dicampur dengan *activating reagent* KOH dan *aquadest*, dengan rasio massa KOH:massa *green coke* divariasikan 1/1, 2/1, dan 3/1. Padatan KOH dilarutkan dengan 50 ml *aquadest*. *Green coke* dan larutan KOH dicampurkan dalam gelas kimia dengan temperatur konstan 100°C dan diaduk pada kecepatan 100 rpm selama 1 jam. Setelah itu, diaktivasi selama 18; 20; 22 jam. Setelah proses aktivasi maka akan terbentuk *slurry* campuran antara *green coke* dan larutan KOH.

Setelah diaktivasi, sampel tersebut dicuci tiga kali dengan HCl 0,5 N lalu disaring dan dicuci dengan *aquadest* beberapa kali untuk menghilangkan sisa kloridanya. Setelah dicuci, sampel dikeringkan pada temperatur 150°C selama 2jam. Sampel karbon aktif yang didapatkan kemudian disimpan didalam desikator untuk menjaga karbon aktif tetap kering dan siap dianalisa [Shofa, 2012].

Karakterisasi Karbon Aktif (Analisa Proximate)

Produk karbon aktif akan dianalisa menggunakan uji *proximate* (kadar air, kadar zat *volatile*, kadar abu). Analisa

proximate terdiri dari kadar abu [ASTM D-3174-11], kadar air [ASTM D-3175-11], kadar zat *volatile* [ASTM D-3175-11] yang dilakukan pada Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

Pengujian Daya Serap Terhadap Methylene Blue

Karbon aktif yang dihasilkan akan diuji daya serap karbon aktif terhadap *methylene blue* [SNI-06-3730-1995] yang dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Analisa Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

Pengujian Luas Permukaan BET

Produk karbon aktif akan dianalisa luas area permukaannya dengan menggunakan Autosorb 6B yang terdapat di Laboraturium Instrumen Analisis, Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.

Rancangan Penelitian

Metode pendekatan model yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *Response Surface Methodology* (RSM) dengan *Design Expert v10.0.1*. Secara sederhana persamaan RSM adalah regresi multi variabel dari sekumpulan data yang akan diobservasi, prosesnya mudah diterapkan jika sekumpulan data yang dibutuhkan telah tersedia. Maka untuk mengaplikasikan RSM dibutuhkan rancangan percobaan yang tepat. Rancangan percobaan menjelaskan secara sistematis sekumpulan data yang efisien dari titik sampel eksperimental dimana respon harus dihitung atau diamati [Montgomery, 2013].

Salah satu rancangan percobaan yang dapat digunakan untuk RSM adalah *Central Composite Design* (CCD). Pada CCD nilai aktual dari variabel proses (ξ_i) dinyatakan dalam *coded variables* (X_i) untuk memudahkan perhitungan dalam pengolahan data. CCD adalah rancangan percobaan berbasis desain faktorial, yang dapat mengestimasi model linier, interaksi, dan kuadratik untuk setiap respon. Maka

jumlah tempuhan penelitian ini sebanyak 13 kali (4 *factorial point*, 4 *star point*, 5 *central point*).

Tabel 2 Tempuhan rancangan percobaan

| Std | Run | Natural Variables | |
|-----|-----|------------------------------|----------------------|
| | | Perbandingan massa KOH (b/b) | Waktu aktivasi (Jam) |
| 1 | 6 | 1 | 18 |
| 2 | 2 | 3 | 18 |
| 3 | 3 | 1 | 22 |
| 4 | 4 | 3 | 22 |
| 5 | 12 | 0,58 | 20 |
| 6 | 13 | 3,41 | 20 |
| 7 | 5 | 2 | 17,17 |
| 8 | 10 | 2 | 22,83 |
| 9 | 8 | 2 | 20 |
| 10 | 1 | 2 | 20 |
| 11 | 7 | 2 | 20 |
| 12 | 11 | 2 | 20 |
| 13 | 9 | 2 | 20 |

3. Hasil dan Pembahasan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah *green coke* yang diperoleh dari PT-PERTAMINA PERSERO RU II DUMAI. Karakterisasi bahan baku *green coke* bertujuan untuk menetapkan kadar air, kadar abu, kadar zat *volatile*, dan daya serap terhadap *methylene blue*. Nilai kadar air yang didapat 10,17%, kadar abu 0,09%, dan kadar zat *volatile* 11,88%. Nilai daya serap terhadap *methylene blue* yang didapat 86,92 mg/gr.

Proses aktivasi karbon aktif menggunakan metode kimia dimana *green coke* sebagai bahan baku dan KOH sebagai *activating reagent* dilakukan pemanasan menggunakan air dan diaktivasi dengan cara direndam selama waktu aktivasi. Berikut adalah reaksi kimia antara *green coke* dan KOH yang menghasilkan senyawa karbonat yang bersifat non *volatile*.

Pada proses aktivasi, karbon bereaksi dengan *activating reagent* (KOH) dan menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi pada permukaan karbon. *Amorphous carbon* yang menghalangi pori-

pori beraksi pada tahap oksidasi awal dan sebagai hasilnya *closed pore* akan terbuka. Selanjutnya akan mengikis dinding karbon untuk mementuk pori-pori baru [Sudibandriyo, 2003; Maulana, 2012].

Response Surface Methodology (RSM) adalah desain dan evaluasi model untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap respon. Variabel kondisi proses X_1 = Perbandingan massa KOH terhadap *green coke* (b/b) dan X_2 = Waktu aktivasi (jam) dan variabel respon Y_1 = *Mass yield* (%), Y_2 = Kadar air (%), Y_3 = Kadar abu (%), Y_4 = Kadar zat *volatile* (%), Y_5 = Daya serap karbon aktif terhadap *methylene blue* (mg/gr) dimasukkan kedalam rancangan percobaan CCD dengan menggunakan kode variabel pada rentang tertentu. Untuk dapat menggunakan model persamaan orde 1, *p-value* pada uji kelengkungan haruslah dibawah tingkat probabilitas yang digunakan yaitu $p < 5\%$ atau $p < 0,05$ yang menunjukkan adanya kecendrungan variabel-variabel percobaan untuk membentuk kelengkungan. Rangkuman hasil uji kelengkungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rangkuman hasil uji kelengkungan

| Respon | <i>p-value curvature</i> | Keterangan |
|---|--------------------------|------------------|
| <i>Mass yield</i> | 0,9233 | Tidak signifikan |
| Kadar air | 0,4636 | Tidak signifikan |
| Kadar abu | 0,3603 | Tidak signifikan |
| Kadar zat <i>volatile</i> | 0,5562 | Tidak signifikan |
| Daya serap terhadap <i>methylene blue</i> | 0,5782 | Tidak Signifikan |

Berdasarkan Tabel 3, *p-value* dari uji kelengkungan menunjukkan adanya tingkat tidak signifikasi untuk semua respon dengan *p-value* untuk *curvature* pada tiap respon adalah $p > 0,05$ yang berarti bahwa terdapat tidak adanya kelengkungan. R^2 dan juga *lack of fit* juga merupakan bagian dari pengujian secara numerik menggunakan ANOVA. Rangkuman nilai R^2 dan *lack of fit* untuk setiap model dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Rangkuman Nilai R^2 dan *Lack Of Fit* untuk Setiap Respon.

| Respon | R^2 | <i>p-value lack of fit</i> | Keterangan |
|---|--------|----------------------------|------------------|
| <i>Mass yield</i> | 0,8547 | 0,1624 | Tidak signifikan |
| Kadar air | 0,8942 | 0,1999 | Tidak signifikan |
| Kadar abu | 0,8497 | 0,0681 | Tidak signifikan |
| Kadar zat <i>volatile</i> | 0,8250 | 0,1944 | Tidak signifikan |
| Daya serap terhadap <i>methylene blue</i> | 0,9336 | 0,5737 | Tidak signifikan |

Tahapan selanjutnya dari RSM adalah uji simultan menggunakan ANOVA. Uji simultan dilakukan untuk melihat pengaruh setiap komponen terhadap model berdasarkan *p-value*. *P-value* adalah fungsi dari model hasil pengujian yang digunakan untuk menguji komponen pada level probabilitas (α) tertentu. Rangkuman hasil *p-value* untuk setiap variabel dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rangkuman *p-value* untuk setiap variabel respon (Y_i).

| Sumber Varian | <i>p-value</i> | | | | |
|--|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | Y_1 | Y_2 | Y_3 | Y_4 | Y_5 |
| Model | 0,0004 | 0,0001 | 0,0005 | 0,0009 | <0,0001 |
| ξ_1 — Perbandingan massa KOH dan <i>green coke</i> | 0,0007 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0019 | 0,0002 |
| ξ_2 —Waktu aktivasi | 0,0006 | 0,0003 | 0,0008 | 0,0009 | <0,0001 |
| $\xi_1 \xi_2$ | 0,8547* | 0,3683* | 0,8833* | 0,9261* | 0,0571* |

Keterangan : * = tidak signifikan pada $p > 0,05$

Dari Tabel 5 dapat dilihat komponen model yang memiliki pengaruh terhadap variabel respon (Y_i). Tingkat probabilitas yang digunakan adalah $\alpha = 5\%$, maka variabel yang memiliki *p-value* kecil dari $\alpha = 0,05$ merupakan variabel yang memberikan pengaruh signifikan pada model. Sedangkan *p-value* yang memiliki nilai lebih besar dari 0,5 merupakan variabel yang tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap model. Pengujian hipotesis pada uji simultan dilakukan

dengan menghitung F_o (F_{hitung}) untuk setiap variabel respon. Nilai F_o dapat ditentukan menggunakan perbandingan *mean square* regresi terhadap *mean square error*, dimana jika perbandingan $F_{hitung} > F_{(\alpha, df1, df2)}$ maka H_o ditolak. Rangkuman untuk setiap Nilai F_o respon dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Rangkuman nilai F_o untuk setiap variabel respon (Y_i).

| Respon | Sumber | SS | Df | MS | F_o | F_{tabel} |
|------------------------------------|---------|--------|----|-------|-------|-------------|
| Mass yield | Regresi | 78,88 | 3 | 26,29 | 17,65 | 3,86 |
| | Error | 13,41 | 9 | 1,49 | | |
| | Total | 92,29 | 12 | - | | |
| Kadar air | Regresi | 7,13 | 3 | 2,38 | 25,36 | |
| | Error | 0,84 | 9 | 0,094 | | |
| | Total | 7,97 | 12 | - | | |
| Kadar abu | Regresi | 5,58 | 3 | 1,86 | 16,96 | |
| | Error | 0,99 | 9 | 0,11 | | |
| | Total | 6,56 | 12 | - | | |
| Kadar zat volatile | Regresi | 11,66 | 3 | 3,89 | 14,14 | |
| | Error | 2,47 | 9 | 0,27 | | |
| | Total | 14,13 | 12 | - | | |
| Daya serap terhadap methylene blue | Regresi | 839,99 | 3 | 280,0 | 42,20 | |
| | Error | 59,72 | 9 | 0,64 | | |
| | Total | 899,72 | 12 | - | | |

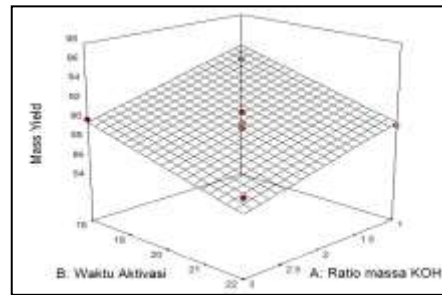
Dari hasil analisa RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap masing-masing respon. Berikut masing-masing pengaruh kondisi proses terhadap respon

a. Analisis Respon Mass Yield

Hasil analisis multivariabel RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon *mass yield*. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari koefisien persamaan linier dari model *mass yield* dalam bentuk kode variabel yang dituliskan pada persamaan 1.

$$Y_1 = 116,85867 - 2,19749\xi_1 - 1,12084\xi_2 \dots (1)$$

Dari persamaan 1 dapat dilihat hasil pengujian *p-value*, perbandingan massa KOH terhadap *green coke* dan waktu aktivasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *mass yield*. Pengaruh variabel ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Respon Permukaan Perbandingan Massa KOH Terhadap *Green Coke* dan Waktu Aktivasi Terhadap Respon *Mass Yield*

Berdasarkan Gambar 1 yang menunjukkan bahwa *mass yield* tertinggi didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 0,5857:1 dan waktu aktivasi 20 jam sebesar 93,82%. Sedangkan *mass yield* terendah sebesar 85,7% didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 2:1 dan waktu aktivasi 20 jam. *Mass yield* menurun seiring dengan meningkatnya perbandingan massa KOH terhadap *green coke* dan waktu aktivasi. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya perbandingan massa KOH terhadap *green coke*, maka semakin banyak pori-pori yang terkikis oleh KOH. KOH mampu memperbesar pori-pori karbon aktif yang menyebabkan luas permukaan yang dihasilkan semakin besar. Pengikisan pori-pori karbon akan mengurangi *mass yield* keseluruhan karbon aktif yang dihasilkan.

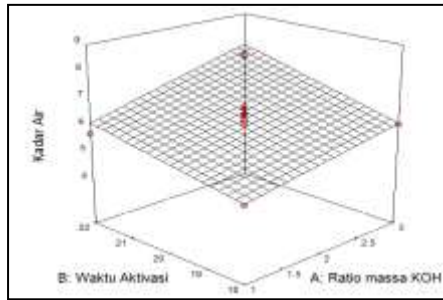
b. Analisis Respon Kadar Air

Hasil analisis multivariabel RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon kadar air. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari koefisien persamaan linier dari model kadar air dalam bentuk kode variabel yang dituliskan pada persamaan 2.

$$Y_2 = -1,66143 + 0,66191\xi_1 + 0,33265\xi_2 \dots (2)$$

Dari persamaan 2 dapat dilihat hasil pengujian *p-value*, perbandingan massa KOH terhadap *green coke* dan waktu aktivasi memberikan pengaruh yang

signifikan terhadap kadar air. Pengaruh variabel ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Respon Permukaan Perbandingan Massa KOH Terhadap *Green Coke* dan Waktu Aktivasi Terhadap Respon Kadar Air

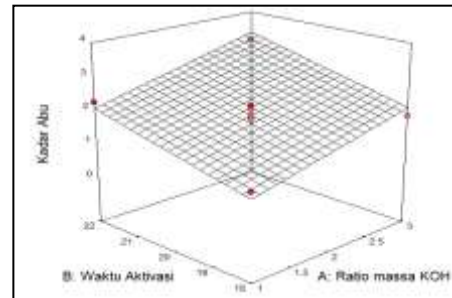
Berdasarkan data ANOVA dan Gambar 2 yang menunjukkan bahwa kadar air tertinggi didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 2:1 dan waktu aktivasi 22,82 jam sebesar 7,7%. Sedangkan kadar air terendah sebesar 5,1% didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 1:1 dan waktu aktivasi 18 jam. Peningkatan kadar air seiring meningkatnya perbandingan massa KOH terhadap *green coke* dan waktu aktivasi dikarenakan peningkatan sifat higroskopis karbon aktif terhadap uap air. Hal ini juga disebabkan karena terjadinya pengikatan molekul air oleh 6 atom karbon yang telah diaktivasi yang menyebabkan air terserap dalam jumlah banyak seiring peningkatan variabel proses [Ramdja *et al.*, 2008; Fauziyah, 2009; Maulana, 2011; Shofa, 2012; Adinata, 2013].

c. Analisis Respon Kadar Abu

Hasil analisis multivariabel RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon kadar abu. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari koefisien persamaan linier dari model kadar abu dalam bentuk kode variabel yang dituliskan pada persamaan 3.

$$Y_3 = -4,86934 + 0,59762\zeta_1 + 0,29136\zeta_2 \dots (3)$$

Dari persamaan 3 dapat dilihat hasil pengaruh ketiga variabel ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Respon Permukaan Perbandingan Massa KOH Terhadap *Green Coke* dan Waktu Aktivasi Terhadap Respon Kadar Abu

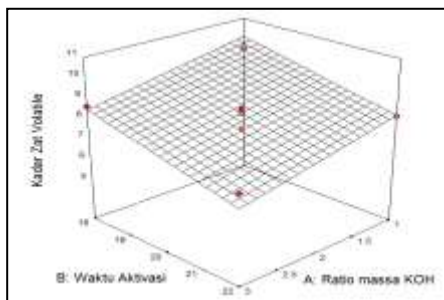
Berdasarkan data ANOVA dan Gambar 3 yang menunjukkan bahwa kadar abu tertinggi didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 2:1 dan waktu aktivasi 22,82 jam sebesar 3,42%. Sedangkan kadar abu terendah sebesar 1,2% didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 1:1 dan waktu aktivasi 18 jam. Semakin meningkatnya waktu aktivasi dan perbandingan massa KOH terhadap *green coke* menghasilkan persen kadar abu semakin meningkat. Peningkatan kadar abu terjadi karena terbentuknya garam-garam mineral pada saat proses aktivasi yang akan membentuk partikel-partikel halus dari garam mineral.

d. Analisis Respon Kadar Zat *Volatile*

Hasil analisis multivariabel RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon kadar zat *volatile*. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari koefisien persamaan linier dari model kadar zat *volatile* dalam bentuk kode variabel yang dituliskan pada persamaan 4.

$$Y_4 = 19,04475 - 0,80117\zeta_1 - 0,45147\zeta_2 \dots (3)$$

Dari persamaan 4 dapat dilihat hasil pengaruh variabel ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Respon Permukaan Perbandingan Massa KOH Terhadap *Green Coke* dan Waktu Aktivasi Terhadap Respon Kadar Zat *Volatile*

Berdasarkan data ANOVA dan Gambar 4 yang menunjukkan bahwa kadar zat *volatile* tertinggi didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 2:1 dan waktu aktivasi 17,17 jam sebesar 10,24%. Sedangkan kadar zat *volatile* terendah 6,8% didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 3,414:1 dan waktu aktivasi 20 jam.

Subadra *et al.*, [2005] menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan pengaktif akan menurunkan kadar zat *volatile*. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah garam yang masih tertinggal pada karbon akibat pekatnya atau tingginya konsentrasi larutan pengaktif akan menyebabkan tingginya kadar abu yang berupa oksida-oksida logam dalam karbon yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap, sedangkan mineral yang mudah menguap jumlahnya menjadi sangat kecil, akibatnya kadar zat *volatile* pada karbon semakin menurun. Dengan demikian semakin tinggi kadar abu yang terbentuk maka akan semakin rendah kadar zat mudah menguap pada karbon aktif.

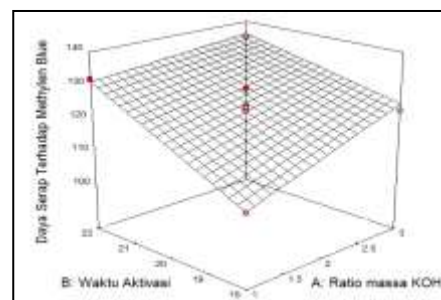
e. Analisis Respon Daya Serap Terhadap *Methylene Blue*

Hasil analisis multivariabel RSM menunjukkan pengaruh variabel proses terhadap respon daya serap terhadap *methylene blue*. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari koefisien persamaan linier dari model daya serap terhadap *methylene blue*

dalam bentuk kode variabel yang dituliskan pada persamaan 5.

$$Y_5 = 29,63997 + 5,31854 \xi_1 + 4,25232 \xi_2, \dots (3)$$

Dari persamaan 5 dapat dilihat hasil pengaruh ketiga variabel ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Respon Permukaan Perbandingan Massa KOH Terhadap *Green Coke* Dan Waktu Aktivasi Terhadap Respon Kadar Abu

Berdasarkan data ANOVA dan Gambar 5 yang menunjukkan bahwa daya serap tertinggi didapatkan pada perbandingan massa KOH dan *green coke* 3,414:1 dan waktu aktivasi 20 jam sebesar 137,15 mg/gr. Sedangkan daya serap terendah sebesar 108,21 mg/gr didapatkan pada perbandingan KOH dan *green coke* 1:1 dan waktu aktivasi 18 jam. Semakin meningkatnya waktu aktivasi dan perbandingan massa KOH terhadap *green coke* menghasilkan daya serap karbon aktif terhadap *methylene blue* semakin meningkat. Peningkatan daya serap terjadi karena terbentuknya pori-pori yang dihasilkan semakin terbuka dan semakin banyak *methylene blue* yang diserap oleh karbon aktif.

f. Analisa Hasil Luas Permukaan

Luas permukaan karbon aktif merupakan salah satu aspek penting dalam pemilihan karbon aktif. Karbon aktif dengan luas permukaan yang tinggi merupakan adsorben yang potensial untuk proses adsorpsi. Luas permukaan karbon aktif penelitian ini dianalisa dari satu

sampel terbaik pada daya serap karbon aktif terhadap *methylene blue*. Pemilihan sampel terbaik dari analisa daya serap terhadap *methylene blue* menunjukkan bahwa banyaknya *methylene blue* yang terserap oleh pori-pori karbon aktif. Hal ini menunjukkan jumlah pori dan luas permukaannya besar. Oleh sebab itu dilakukan analisa luas permukaan pada sampel Run 13 STD 6. Luas permukaan karbon aktif diukur dengan metode BET dengan menggunakan Quantachrome Instruments yang dilakukan pada Laboratorium Instrumen Analisis Teknik Kimia ITB.

Material *green coke* memiliki kandungan karbon yang tinggi, dimana material karbon mampu berinteraksi dengan KOH mengakibatkan penekanan pembentukan *tar* dan memicu pengembangan porositas sehingga akan dihasilkan karbon aktif dengan luas permukaan yang tinggi [Dipanfilo dan Egiobor, 1995]. Luas permukaan sampel *green coke* sebesar $5,5 \text{ m}^2/\text{gr}$ [Dipanfilo dan Egiobor, 1995]. Sedangkan luas permukaan yang diperoleh pada penelitian ini $25,33 \text{ m}^2/\text{gr}$ pada kondisi proses perbandingan massa KOH terhadap *green coke* 3,414:1 dan waktu aktivasi 20 jam. Perbedaan nilai luas permukaan ini disebabkan karena perbedaan waktu aktivasi dan perbandingan massa KOH terhadap *green coke*. Peningkatan jumlah *activating reagent* akan mengoksidasi atau mengikis permukaan karbon seiring peningkatan waktu aktivasi sehingga pori-pori semakin terbuka dan melebar lebih banyak pada karbon aktif yang menghasilkan luas permukaan yang tinggi.

4. Kesimpulan

Perbandingan massa KOH terhadap *green coke* dan waktu aktivasi memberikan pengaruh terhadap karakterisasi karbon aktif. Karbon aktif dengan karakteristik terbaik diperoleh pada karbon aktif dengan variasi perbandingan massa KOH terhadap *green coke* 3,414:1 dan waktu aktivasi 20 jam dimana diperoleh *mass yield* 85,9%,

kadar air 7,37%, kadar abu 3,22%, kadar zat *volatile* 6,8%, daya serap karbon aktif terhadap *methylene blue* 137,15 mg/gr, dan luas permukaan $25,33 \text{ m}^2/\text{gr}$.

Daftar Pustaka

- Adinata, M. R. 2013. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif. *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- Basu, P. (2013). *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction* (2nd ed). New York: Elsevier Inc.
- Dipanfilo, R. dan N, O, Egiobor. 1996. Activated Carbon Production From Synthetic Crude Coke. *Fuel Processing Technology*. 46: 157-169.
- Djarmiko, B., S. Ketaren, S. Setyahartini. 1985. Pengolahan Arang dan Kegunaannya. *Agro Industri Press*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Fachry, A.R., T. I. Sari, A.Y. Dipura, J. Najamudin. 2010. Mencari Suhu optimal Proses Karbonisasi dan Pengaruh Campuran batubara Terhadap Kualitas Briket Eceng Gondok. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*. 17(2): 271-282.
- Fauziah, N. 2009. Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung Dari Kulit Acacia Mangium Wild Dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Fikri, M. 1995. Karakterisasi Karbon Aktif Dari Green Coke Dengan Perlakuan Kimia (NaOH). *Skripsi*. Universitas Diponegoro.
- Garcia, A., A. Gregorio, D. Boavida, I. Gulyurtlu. 2002. Production and Characterization of Activated Carbon FROM Pine Waste Gasified in A Pilot Reactor. *National Institute of Engineering and Industrial Technology*. 1649-038.
- Jamilatun, S. dan M. Setyawan. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*. 12(1): 73-83

- Kurniati, E. 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*. 8(2): 96-103
- Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis Eboni*. 11(2): 65-80.
- Maulana, A. 2011. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Petroleum Coke Dengan Metoda Kimiawi. *Skripsi*. Universitas Indonesia
- Miranti, S, T. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Dari Bambu Dengan Metode Aktivasi Terkontrol Menggunakan Activating Agent H_3PO_4 dan KOH. *Skripsi*. Universitas Indonesia
- Montgomery, C. D. 1991. *Design and Analysis of Experiments*, 5th Edition. John Wiley & Sons, Inc: New York.
- Mu'jizah, S. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Biji Kelor (*Moringa Oleifera*. Lamk) Dengan NaCl Sebagai Bahan Pengaktif. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
- Muna, A. N. 2011. Potensi Arang Aktif Tulang Kerbau Sebagai Adsorben Ion Tembaga (Cu^{2+}), Kadmium (Cd^{2+}), Sianida (Cn^-), Dan Nitrat (NO_3^-) Dalam Larutan. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang
- Murti, S. 2008. Pembuatan Karbon Aktif Dari Tongkol Jagung Untuk Adsorpsi Molekul Amonia dan Ion Krom. *Skripsi*. Universitas Indonesia
- Pujiyanto. 2010. Pembuatan Kabon Aktif Supwe dari Batubara dan Tempurung Kelapa. *Tesis*. Universitas Indonesia
- Purwanto, D. 2011. Arang Dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29(1): 57-66
- Ramdja, A. F., M. Halim, J. Handi. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocosnucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*. 15(2): 1-8
- Shofa. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida. *Skripsi*. Universitas Indonesia
- Subroto, D. A. Himawanto, Sartono. 2007. Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Terhadap Karakteristik Mekanik dan Karakteristik Pembakaran Briket Kokas Lokal. *Jurnal Teknik Gelagar*. 18(1): 73-79
- Sudibandriyo, M. 2003. A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure on Carbon Adsorben. *Dissertasi*. Oklahoma State University
- Suguruman, P., V. P. Susan, P. Ravichandran, S. Seshadri. 2012. Production and Characterization of Activated Carbon from Banana Empty Fruit Bunch and Delonix Regia Fruit Pod. *Journal of Sustainable Energy & Environment*. 3(2): 125-132
- Turmuzy, M., A. O. S. Tua, Fatimah. 2015. Pengaruh Temperatur Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (*Salacca Sumatrana*) Dengan Aktifator Seng Klorida. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(2): 59-64